

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-007471

(43)Date of publication of application : 10.01.1995

(51)Int.Cl.

H04B 10/02  
H04B 10/18  
H04B 10/152  
H04B 10/142  
H04B 10/04  
H04B 10/06

BEST AVAILABLE COPY

(21)Application number : 06-028815

(71)Applicant : NORTHERN TELECOM LTD

(22)Date of filing : 31.01.1994

(72)Inventor : TAYLOR MICHAEL G

(30)Priority

Priority number : 93 9302022

Priority date : 02.02.1993

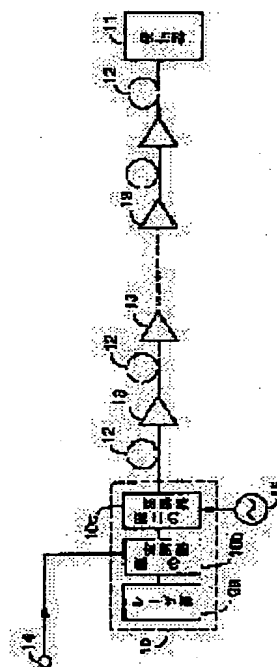
Priority country : GB

## (54) OPTICAL AMPLIFICATION AND TRANSMISSION SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an optical amplification and transmission system which reduces the ASE and, as a result, improves the S/N of signals received by means of a receiver.

CONSTITUTION: In an optical amplification and transmission system incorporating an optical transmitter 10 having a laser source 10a and a first modulator 10b which modulates input data, an optical transmission path 12 having cascade-connected optical amplifiers 13, and an incoherent optical receiver 11 which receives transmitted signals through the path 12, a second modulator (polarized light modulator) 10c which is connected to the first modulator 10b and modulates the output of the modulator 10b in a pair of nearly orthogonal polarized states is incorporated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3488502

[Date of registration] 31.10.2003

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The optical-amplification transmission system characterized by to be included the 2nd modulator which is connected to said 1st modulator and modulates the output of the 1st modulator in the state of polarization of the pair which intersected perpendicularly mostly in the optical-amplification transmission system containing the optical transmitter which has a source of laser, and the 1st modulator which modulates input data, the optical transmission pass which has the optical amplifier by which cascade connection was carried out, and the incoherent-light receiver which receives a sending signal through the optical transmission pass.

[Claim 2] It is the optical amplification transmission system characterized by said 1st modulator modulating data in the form of intensity modulation in an optical amplification transmission system according to claim 1.

[Claim 3] It is the optical amplification transmission system characterized by modulating said 2nd modulator on a larger frequency than the frequency of said 1st modulator in an optical amplification transmission system according to claim 1.

[Claim 4] It is the optical amplification transmission system characterized by said data modulator performing a data modulation in the form of intensity modulation in an optical amplification transmission system according to claim 3.

[Claim 5] It is the optical amplification transmission system characterized by modulating said 2nd modulator in an optical amplification transmission system according to claim 3 on the frequency of two or more integral multiples of the modulation frequency of the 1st modulator.

[Claim 6] It is the optical amplification transmission system characterized by said 1st modulator modulating data in the form of intensity modulation in an optical amplification transmission system according to claim 5.

[Claim 7] The polarization condition regulator further connected to the 2nd modulator in the optical amplification transmission system according to claim 1 at the serial, The driver driven on the same frequency as the frequency which drives said 2nd modulator, By having the feedback loop which feeds back the signal from said receiver to said polarization condition regulator through said driver, and controlling a polarization condition regulator The optical amplification transmission system characterized by making into min the amplitude modulation component of an input signal received on the same frequency as the frequency of the 2nd modulator in the receiver.

[Claim 8] It is the optical amplification transmission system characterized by said 1st modulator performing a data modulation in the form of intensity modulation in an optical amplification transmission system according to claim 7.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

## [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the optical amplification transmission system which improves the S/N ratio of the signal which a spontaneous emission light (ASE) noise is decreased in a detail, consequently is detected with a receiver more about an optical amplification transmission system.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the optical amplification transmission system using noninterfering detection, the optical transmission pass between the optical transmitter put on the distant location and an optical receiver is constituted by the cascade connection of the optical amplifier which set spacing and was distributed along with the transmission path.

[0003] Each optical amplifier has the magnification medium (amplifier) which has the inverted population. The low power input to such amplifier is amplified, and spreads through amplifier. The signal input to amplifier acts on the inverted population and mutual, and produces induced emission, and a signal is amplified by it as a result. However, this inverted population produces the spontaneous emission light of a broadband compared with a signal. This spontaneous emission light is similarly amplified with the concatenated amplifier.

[0004] Consequently, the amplified spontaneous emission light (ASE) reaches a receiver with a signal. This is shown in the light wave technical journal published by for example, N.A.Olsson in July, 1989, Vol.7, No.7, and 1071st page - page [ 1082nd ] "the lightwave system which has an optical amplifier." When an input signal is detected by the receiver according to it, ASE serves as a cause of the beat noise produced by the interaction between spontaneous emission light-spontaneous emission light further by the interaction between signal light-spontaneous emission light.

[0005] Drawing 3 is drawing showing an example of the lightwave transmission system of the conventional technique. The lightwave transmission system of drawing 3 has a transmitter 10 and the optical receiver 11, the receiver 11 is put on the optical transmitter 10 and the distant location, the optical-fiber-transmission pass 12 is between the transmitter 10 and receiver 11, and several 100 optical amplifier 13 is typically concatenated by the transmission path 12. It becomes irregular by 1st modulator 10b, and the laser beam generated in source of laser 10a in a transmitter 10 is transmitted to the optical receiver 11 through a transmission path 12 and an optical amplifier 13. As mentioned above, the induced emission light generated with each optical amplifier 13 is amplified with a signal, and reaches an optical receiver through a transmission path 12.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This spontaneous emission light (ASE) amplified with the signal with the concatenated amplifier became a noise in the receiver, and had the evil to which the S/N ratio of a signal is reduced. It intersects perpendicularly mostly and use of the 2nd modulator which modulates the polarization condition of the modulation lightwave signal transmitted by the transmitter is described in the condition of having polarized by the United States patent numbers 4965857 and 5023494 described above. However, the coherent detection (superheterodyne) described in it is using the synchronous-detection system. Since the coherent detection described there is not using the optical amplifier, the problem of an ASE noise is not produced. Furthermore, since especially the 2nd modulator is constituted so that a synchronous detection may be possible, the system using asynchronous detection is not indicated at all.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The optical amplification transmission system of this invention is constituted so that the S/N ratio of the signal which an ASE noise is decreased, consequently is detected with a receiver may be improved. The optical transmitter which has a source of laser, and the 1st modulator which modulates input data according to the optical amplification transmission system of this invention, In the optical amplification transmission system containing the optical transmission pass which has the optical amplifier by which cascade connection was carried out, and the incoherent light receiver which receives a sending signal through the optical transmission pass It connects with the 1st modulator, and it is constituted so that the 2nd modulator which modulates the output of the 1st modulator in the state of polarization of the pair which intersected perpendicularly mostly may be included.

[0008] Moreover, the optical amplification transmission system of this invention is constituted so that the driver driven on the same frequency as the frequency which drives further the polarization condition regulator connected to the 2nd modulator at the serial and the 2nd modulator, and the feedback loop which feeds back

the signal from a receiver to a polarization condition regulator through a driver may be included.

[0009]

[Function] An ASE noise is decreased and signal power/noise ratio is made to increase by it in this invention by making it operate so that the output of the 1st modulator may be modulated in the state of polarization of the pair which intersected perpendicularly mostly using the 2nd modulator.

[0010] Moreover, in this invention, by feeding back the signal from a receiver to a polarization condition regulator through the driver driven on the same frequency as the frequency which drives the 2nd modulator, it operates so that the amplitude modulation component of an input signal received on the same frequency as the frequency of the 2nd modulator in the receiver may be made into min.

[0011]

[Example] Example 1 drawing 1 is drawing showing the 1st example of this invention. The optical transmitter system of drawing 1 has a transmitter 10, the transmitter 10 is put on the noninterfering receiver 11 and the distant location, the optical-fiber-transmission pass 12 is between the transmitter 10 and receiver 11, and hundreds of optical amplifiers 13 are typically concatenated by the transmission path 12.

[0012] The desirable form of an optical amplifier is the optical fiber amplifier containing a rare earth dopant like an erbium. The desirable form of a transmitter 10 is constituted from source of injection laser 10a, and a data input 14 by the 1st modulator 10b to which data are supplied, and 2nd modulator 10c connected to the oscillator 15.

[0013] Although that is not necessarily right, generally 1st modulator 10b is a modulator on the strength. When carrying out intensity modulation of the data, the source of laser and a modulator on the strength may be combined with the injection laser driven with both a laser bias current and a data modulation current. 2nd modulator 10c is a polarization modulation machine which modulates an optical polarization condition. And the amplitude of an oscillator output drives 2nd modulator (optical polarization condition) 10c, and it is chosen so that fully for carrying out the sweep of the output of the pair which is in a rectangular polarization condition mostly. The desirable form of such 2nd modulator 10c is a lithium NIOBETO phase shifter which polarizes an optical input so that the input may be divided almost equally between TE and the TM mode. On the other hand, this modulator may be constituted so that it may operate by recombining two parts which divide a signal into two equally, carry out the frequency shift of one of these by sound light modulation, and are in a right-angle polarization condition after that.

[0014] It was thought that ASE generally did not polarize. That is, generally it was thought that the ASE power of the polarization condition which intersects perpendicularly with the polarization condition of signal power was equal to the ASE power of the polarization condition of signal power and the polarization condition of an inphase. However, in the long-distance system, ASE power was not the same as signal power, and was understood whether intersect perpendicularly with a signal in fact, and that it becomes and much ASE power exists by experiment. This is considered to be based on the small gain difference between two polarization conditions of each amplifier. It multiplies by this small gain difference with many amplifier in a system, and, thereby, in the case of the system containing about 100 amplifier, a remarkable gain difference produces it. By modulating the polarization condition of a signal and doubling the time amount in two polarization conditions which intersect perpendicularly mostly showed that ASE could be decreased and signal power could be increased by it.

[0015] In this invention, a signal / ASE ratio, i.e., an input signal/noise ratio, is improved. In order to make this improvement effect into max, a modulation must quite [ response time / of the inverted population in amplifier ] be a high-speed rate. It becomes difficult to \*\*\*\* in it that polarization modulation is a low-speed rate compared with the time constant of the inverted population in one certain amplifier, and to make small the overall gain difference between two polarization conditions. Since each gain difference is accumulated with each amplifier about all systems, this gain difference is counted according to the number of the amplifier in a system. When the fiber amplifier by which the erbium dope was carried out assumes that it has the inverted population time amount for about 10ms, as for the polarization modulation frequency to 100 amplifier systems, it is desirable to exceed 100kHz. In addition, polarization modulation does not need to be periodic.

[0016] In drawing 1, 2nd modulator 10c is placed after 1st modulator 10b, and constitutes some transmitters 10. It is a clear thing that it is desirable theoretically to place just before this first amplifier 13 by which cascade connection was carried out as for 2nd modulator 10c. When putting 2nd modulator 10c after the first amplifier 13 or on the lower stream of a river of a certain amplifier by which cascade connection was carried out further, the fault that ASE generated by upstream amplifier rather than the amplifier cannot be decreased is contained.

[0017] an example 2 — this system has the loss (PDL) depending on polarization of a network. Therefore, when 2nd modulator 10c modulates the signal transmitted to a lower stream of a river along with a transmission path 12 between the random pairs which are in a rectangular polarization condition mostly, there is a possibility that this polarization modulation may be detected by the receiver 11 as amplitude modulation. That is, in two quadrature modulation signals, when the transmission loss of each modulating signal differs, amplitude modulation arises on the frequency of a polarization condition modulation in a receiver side. Since this amplitude modulation has a bad influence on a transmission system, it should be removed. The one approach of avoiding the bad influence by amplitude modulation is realized by the transmission system of drawing 2.

[0018] Drawing 2 is drawing showing the 2nd example of this invention. The transmission system of drawing 2 is the configuration same about a transmission path 12, a receiver 11, and amplifier 13 as the system of drawing 1. Similarly, a transmitter 10 contains the same source of laser 10a as the transmitter 10 of the system of drawing 1 which is three elements, the 1st modulator 10b, and 2nd modulator 10c. Each equipment is combined by the connection method of common knowledge, such as an optical fiber or a lens. Furthermore, the transmitter 10 of drawing 2 includes the feedback loop 30 which feeds back the driver 26 which supplies power, and the signal from a receiver to 20d of polarization condition regulator, and 20d of this polarization condition regulator. A driver 26 and the feedback loop 30 constitute a feedback control loop.

[0019] 20d of this polarization condition regulator is driven by the feedback control loop, and it operates so that amplitude modulation which appears in the detector of a receiver of the same frequency as the modulation frequency impressed to 2nd modulator 10c may be made into min. In a case, the 2nd modulator can take the format as it with 20 same of polarization condition regulators in the form of a lithium NIOBETO phase shifter. 20d of polarization condition regulators performs the same actuation as 2nd modulator 10c.

[0020] In 2nd modulator 10c, the modulating signal which modulates the modulation condition of an output signal is usually given cyclically. On the other hand, in 20d of polarization condition regulators, a modulating signal is adjustable bias supplied by the feedback loop. If bias of the 20d of the polarization condition regulators is carried out in the condition which is not the optimal, the signals transmitted to a receiver from a transmitter between the 1st and 2nd polarization condition will differ in extent of attenuation, respectively. Therefore, in such a condition, a receiver 11 will receive the signal by which amplitude modulation was carried out in a polarization modulation frequency. This modulation condition is supplied to the driver 26 constituted by the multiplier as a phase reference signal of an oscillator 15. That is, it is used as a reference signal which determines whether the frequency of an oscillator 15 is the frequency of polarization modulation, and whether to be in phase and opposition in the signal component detected by the receiver. The output of a driver 26 becomes forward or negative by whether more two polarization conditions were declining in a receiver. Thus, 20d of polarization condition regulators adjusts the modulation condition according to a polarization condition, and they adjust the signal transmitted to a receiver from the 2nd modulator 10c through the feedback loop so that extent of the amplitude of the signal received with a receiver 11 may become the same.

[0021] The problem of the loss (PDL) for which it depends on polarization about a digital intensity modulation transmission system can be solved by carrying out polarization modulation with a high-speed bit rate and the bit rate of a desirable twice or a desirable larger integral multiple than it without using 20d of polarization condition regulators, and the feedback loop instead. In such an approach, the problem of the amplitude modulation produced by PDL is not produced. This is because it is removable by filtering a signal with a filter, without weakening detection of bit stream data.

[0022]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the S/N ratio of the signal which an ASE noise is decreased, consequently is detected with a receiver is improvable.

[0023] Furthermore, according to this invention, an amplitude modulation component can remove further the bad influence which it has on a system by using the feedback loop, a driver, and a polarization condition regulator by decreasing the amplitude modulation component of an input signal received with a receiver.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the system chart showing the optical amplification transmission system of one example of this invention.

[Drawing 2] It is the system chart showing the optical amplification transmission system of other examples of this invention.

[Drawing 3] It is the system chart showing an example of the conventional optical amplification transmission system.

[Description of Notations]

- 10 Transmitter
  - 10a The source of injection laser
  - 10b The 1st modulator
  - 10c The 2nd modulator (polarization modulation machine)
- 11 Noninterfering Receiver
- 12 Optical-Fiber-Transmission Pass
- 13 Optical Amplifier
- 14 Data Input
- 15 Oscillator
- 20d Polarization condition regulator
- 26 Driver
- 30 Feedback Loop

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-7471

(43)公開日 平成7年(1995)1月10日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

H04B 10/02

10/18

10/152

9372-5K

H04B 9/00

**M**

**9372-5K**

L

審査請求 未請求 請求項の数8 FD (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-28815

(22)出願日 平成6年(1994)1月31日

(31)優先權主張番号 9302022.0

(32)優先日 1993年2月2日

(33)優先権主張国 イギリス (GB)

(71)出願人 390023157

ノーザン・テレコム・リミテッド

NORTHERN TELECOM LIMITED

カナダ国、エイチ2ワイ 3ワイ4、ケベック、モントリオール、エスティ、アントイン ストリート ウェスト 380 ワールドトレード センタ オブ モントリオール 8フロア

(72)発明者 マイケル・ジョージ・テーラ

イギリス国, シーエム17, 0ピーユー, エ  
セックス, ハーロー, ジョスリンズ 44

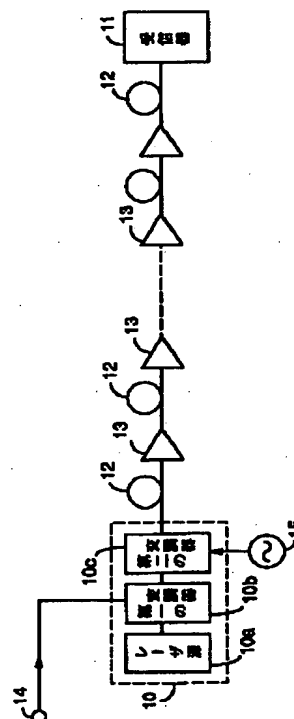
(74) 代理人 弁理士 泉 和人

(54)【発明の名称】 光増幅伝送システム

(57) 【要約】

【目的】 ASEを減少させ、その結果、受信器で検出される信号のS/N比を改良する光増幅伝送システムを提供する。

【構成】 レーザ源と入力データを変調する第1の変調器とを有する光送信器と、縦続接続された光増幅器を有する光伝送パスと、その光伝送パスを介して送信信号を受信する非干渉光受信器とを含む光増幅伝送システムにおいて、データを変調する第1の変調器に接続され、その第1の変調器の出力をほぼ直交した一对の偏光状態で変調する第2の変調器（偏光変調器）を含むように構成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ源と入力データを変調する第 1 の変調器とを有する光送信器と、縦続接続された光増幅器を有する光伝送パスと、その光伝送パスを介して送信信号を受信する非干渉光受信器とを含む光増幅伝送システムにおいて、

前記第 1 の変調器に接続され、その第 1 の変調器の出力をほぼ直交した一対の偏光状態で変調する第 2 の変調器を含むことを特徴とする光増幅伝送システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光増幅伝送システムにおいて、

前記第 1 の変調器は強度変調の形でデータを変調することを特徴とする光増幅伝送システム。

【請求項 3】 請求項 1 記載の光増幅伝送システムにおいて、

前記第 2 の変調器は前記第 1 の変調器の周波数より大きい周波数で変調することを特徴とする光増幅伝送システム。

【請求項 4】 請求項 3 記載の光増幅伝送システムにおいて、

前記データ変調器は強度変調の形でデータ変調を行うことを特徴とする光増幅伝送システム。

【請求項 5】 請求項 3 記載の光増幅伝送システムにおいて、

前記第 2 の変調器は第 1 の変調器の変調周波数の 2 以上の整数倍の周波数で変調することを特徴とする光増幅伝送システム。

【請求項 6】 請求項 5 記載の光増幅伝送システムにおいて、

前記第 1 の変調器は強度変調の形でデータを変調することを特徴とする光増幅伝送システム。

【請求項 7】 請求項 1 記載の光増幅伝送システムにおいて、さらに、

第 2 の変調器に直列に接続された偏光状態調整器と、前記第 2 の変調器を駆動する周波数と同じ周波数で駆動されるドライバと、

前記受信器からの信号を前記ドライバを介して前記偏光状態調整器にフィードバックするフィードバックループとを備え、

偏光状態調整器を制御することによって、受信器において第 2 の変調器の周波数と同じ周波数で受信された受信信号の振幅変調成分を最小にすることを特徴とする光増幅伝送システム。

【請求項 8】 請求項 7 記載の光増幅伝送システムにおいて、

前記第 1 の変調器は強度変調の形でデータ変調を行うことを特徴とする光増幅伝送システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光増幅伝送システムに関

するものであり、より詳細には、自然放出光 (ASE) ノイズを減少させ、その結果、受信器で検出される信号の S/N 比を改良する光増幅伝送システムに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 非干渉検出を用いる光増幅伝送システムにおいて、離れた位置に置かれた光送信器と光受信器間の光伝送パスは、伝送パスに沿って間隔をおいて分布された光増幅器の縦続接続によって構成される。

【0003】 各光増幅器は、反転分布を有する増幅媒体 (増幅器) を有する。そのような増幅器への低電力入力 (増幅器) は、増幅され増幅器を通して伝搬される。増幅器への信号入力は反転分布と相互に作用して誘導放出を生じ、それによって結果として信号が増幅される。しかし、この反転分布は信号と比べ広帯域の自然放出光を生じる。この自然放出光は、縦続された増幅器で同様に増幅される。

【0004】 その結果、増幅された自然放出光 (ASE) は信号と共に受信器に到着する。このことは、たとえば、N. A. Olsson によって 1989 年 7 月に発行された光波技術ジャーナル、Vol. 7、No. 7、第 1071 頁～第 1082 頁の『光増幅器を有する光波システム』に示されている。それによれば、入力信号が受信器で検出される時、ASE は信号光-自然放出光間の相互作用によって、更に、自然放出光-自然放出光間の相互作用によって生じるビートノイズの一因となる。

【0005】 図 3 は従来技術の光伝送システムの一例を示す図である。図 3 の光伝送システムは送信器 10 および光受信器 11 を有し、その受信器 11 は光送信器 10 と離れた位置に置かれ、その送信器 10 と受信器 11 の間には、光ファイバ伝送パス 12 があり、その伝送パス 12 には典型的には数 100 の光増幅器 13 が縦続される。送信器 10 中のレーザ源 10a で発生されたレーザ光は第 1 の変調器 10b で変調され、伝送パス 12 および光増幅器 13 を介して光受信器 11 に送信される。前述したように、各光増幅器 13 で発生した誘導放出光が信号と共に増幅され、伝送パス 12 を介して光受信器に到達する。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 縦続された増幅器で信号と共に増幅されたこの自然放出光 (ASE) は受信器においてはノイズとなり、信号の S/N 比を低下させる弊害があった。ほぼ直交して偏光された状態で、送信器によって送信される変調光信号の偏光状態を変調する第 2 の変調器の使用については、上に述べた米国特許番号 4965857 および 5023494 に記述されている。しかし、その中で述べられたコヒーレント検出 (スーパーヘテロダイン) は同期検波システムを使用している。そこに記述されたコヒーレント検出は光増幅器を使用していないために ASE ノイズの問題は生じない。さ



らに、その第2の変調器は、特に、同期検波が可能なように構成されているので、非同期検波を用いるシステムについては何等記載されていない。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明の光増幅伝送システムは、ASEノイズを減少させ、その結果、受信器で検出される信号のS/N比を改良するように構成される。本発明の光増幅伝送システムによれば、レーザ源と入力データを変調する第1の変調器とを有する光送信器と、縦続接続された光増幅器を有する光伝送パスと、その光伝送パスを介して送信信号を受信する非干渉光受信器とを含む光増幅伝送システムにおいて、第1の変調器に接続され、その第1の変調器の出力をほぼ直交した一対の偏光状態で変調する第2の変調器を含むように構成される。

【0008】また、本発明の光増幅伝送システムは、さらに、第2の変調器に直列に接続された偏光状態調整器と、第2の変調器を駆動する周波数と同じ周波数で駆動されるドライバと、受信器からの信号をドライバを介して偏光状態調整器にフィードバックするフィードバックループとを含むように構成される。

#### 【0009】

【作用】本発明においては、第2の変調器を用いて、第1の変調器の出力をほぼ直交した一対の偏光状態で変調するように動作させることによって、ASEノイズを減少させ、それによって信号電力/ノイズ比を増加させる。

【0010】また、本発明においては、受信器からの信号を第2の変調器を駆動する周波数と同じ周波数で駆動されるドライバを介して偏光状態調整器にフィードバックすることにより、受信器において第2の変調器の周波数と同じ周波数で受信された受信信号の振幅変調成分を最小にするように動作する。

#### 【0011】

##### 【実施例】実施例1

図1は本発明の第1の実施例を示す図である。図1の光送信器システムは送信器10を有し、その送信器10は非干渉受信器11と離れた位置に置かれ、その送信器10と受信器11の間には、光ファイバ伝送パス12があり、その伝送パス12には典型的には数百の光増幅器13が縦続されている。

【0012】光増幅器の好ましい形は、エルビウムのような、希土類ドーパントを含む光ファイバ増幅器である。送信器10の好ましい形は、注入レーザ源10a、データ入力14からデータが供給される第1の変調器10b、および発振器15に接続された第2の変調器10cによって構成される。

【0013】必ずしもそうであるとは限らないが、一般に、第1の変調器10bは強度変調器である。データを強度変調する場合、レーザ源及び強度変調器は、レーザ

バイアス電流及びデータ変調電流の両方で駆動される注入レーザに組み合わされてもよい。第2の変調器10cは、光偏光状態を変調する偏光変調器である。そして発振器出力の振幅は、第2の変調器（光偏光状態）10cを駆動し、ほぼ直交偏光状態にある一対の出力を掃引するのに十分のように選ばれる。そのような第2の変調器10cの好ましい形は、その入力が入力TとTMモード間でほぼ等しく分割されるように光入力の偏光を行うリチウム・ニオベート位相シフタである。一方、この変調器は、たとえば、信号を2つに等分し、その一方を音響光変調によって周波数シフトし、その後直角偏光状態にある2つの部分を再結合することによって動作するように構成されてもよい。

【0014】ASEは一般に偏光されないと考えられていた。すなわち、信号電力の偏光状態に直交する偏光状態のASE電力は、一般に、信号電力の偏光状態と同相の偏光状態のASE電力と等しいと考えられていた。しかしながら、長距離のシステムにおいては、ASE電力は信号電力と同じではなく、実際には信号に直交するかなり多くのASE電力が存在するということが実験によって分かった。これは各増幅器の2つの偏光状態間の小さなゲイン差によるものと考えられる。この小さなゲイン差は、システム中の多くの増幅器によって掛算され、それにより、たとえば、約100の増幅器を含むシステムの場合には、かなりのゲイン差が生じる。信号の偏光状態を変調し、ほぼ直交する2つの偏光状態における時間を合わせることによって、ASEを減少でき、それによって信号電力を増加できることが分かった。

【0015】本発明では信号/ASE比、すなわち、受信信号/ノイズ比を改善する。この改善効果を最大にするためには、変調は増幅器中の反転分布の応答時間よりかなり高速レートでなくてはならない。もし、ある一つの増幅器において、偏光変調が反転分布の時定数と比べて低速レートであると、それに相応して2つの偏光状態間の全体的なゲイン差を小さくすることが困難となる。全システムに関しては、各増幅器で個々のゲイン差が累積されるので、システム中の増幅器の数に応じてこのゲイン差はカウントされる。エルビウムドーパされたファイバ増幅器が約10msの反転分布時間を有すると仮定すると、100個の増幅器システムに対する偏光変調周波数は、100kHzを上回ることが好ましい。なお、偏光変調は周期的である必要はない。

【0016】図1において、第2の変調器10cは、第1の変調器10bの後に置かれ、送信器10の一部を構成する。原理的には、第2の変調器10cはこの縦続接続された最初の増幅器13の直前に置くことが好ましいことは明らかなことである。第2の変調器10cを最初の増幅器13の後に、あるいは、さらに縦続接続されたある増幅器の下流に置く場合は、その増幅器よりも上流の増幅器によって発生されたASEを減少させることは

できないという欠点を含んである。

#### 【0017】実施例2

このシステムは、網の偏光に依存する損失 (PDL) を有する。従って、もし第2の変調器10cが、ほぼ直交偏光状態にあるランダムなペア間で伝送パス12に沿って下流へ送信される信号を変調する場合は、この偏光変調が受信器11で振幅変調として検出される恐れがある。すなわち、2つの直交変調信号において、それぞれの変調信号の伝送損失が異なる場合は受信器側において偏光状態変調の周波数で振幅変調が生じる。この振幅変調は伝送システムに悪影響を与えるので除去すべきものである。振幅変調による悪影響を避ける一つ方法が、図2の伝送システムで実現される。

【0018】図2は本発明の第2の実施例を示す図である。図2の伝送システムは、伝送パス12、受信器11及び増幅器13については、図1のシステムと同じ構成である。同様に、送信器10は、図1のシステムの送信器10と同じ3つの要素であるレーザ源10a、第1の変調器10b及び第2の変調器10cを含む。各々の装置は光ファイバまたはレンズ等の周知の接続方法によって結合される。さらに、図2の送信器10は、偏光状態調整器20d、この偏光状態調整器20dに電力を供給するドライバ26および受信器からの信号をフィードバックするフィードバックループ30を含む。ドライバ26およびフィードバックループ30はフィードバック制御ループを構成する。

【0019】この偏光状態調整器20dは、フィードバック制御ループによって駆動され、第2の変調器10cに印加される変調周波数と同じ周波数の、受信器の検出器に現れる振幅変調を最小にするように動作する。もし、第2の変調器がリチューム・ニオバート位相シフタの形式で場合は、偏光状態調整器20dは、それと同じ形式をとることができる。偏光状態調整器20dは第2の変調器10cと同様の動作を行う。

【0020】第2の変調器10cにおいては、出力信号の変調状態を変調する変調信号は、通常、サイクリックに与えられる。一方、偏光状態調整器20dにおいては、変調信号はフィードバックループによって供給される可変バイアスである。もし、偏光状態調整器20dが最適でない状態でバイアスされると、第1と第2の偏光状態間で送信器から受信器に送信される信号はそれぞれ減衰の程度が異なることになる。従って、このような状態においては、受信器11は、偏光変調周波数において、振幅変調された信号を受信することになる。この変調状態は発振器15の位相基準信号として乗算器によって構成されるドライバ26に供給される。すなわち、発振器15の周波数は、受信器によって検出される信号成

分が偏光変調の周波数と同相かまたは逆相かを決定する基準信号として使用される。ドライバ26の出力は、受信器において、2つの偏光状態がより多く減衰していたか否かによって正または負になる。このようにして、偏光状態調整器20dはフィードバックループを介して第2の変調器10cから受信器に送信される信号を偏光状態に応じてその変調状態を調整し、受信器11で受信される信号の振幅の程度が同じになるように調整する。

【0021】デジタル強度変調伝送システムに関しては、偏光に依存する損失 (PDL) の問題は、偏光状態調整器20dおよびフィードバックループを用いないで、その代わり高速のビットレート、好ましくは2倍、またはそれより大きい整数倍のビットレートで偏光変調することによって解決できる。このような方法においては、PDLによって生じる振幅変調の問題は生じない。これはビットストリームデータの検出を弱めることなく、フィルタによって信号を濾波することによって除去できるからである。

#### 【0022】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ASEノイズを減少させ、その結果、受信器で検出される信号のS/N比を改良できる。

【0023】さらに、本発明によれば、さらに、フィードバックループ、ドライバおよび偏光状態調整器を用いることによって、受信器で受信される受信信号の振幅変調成分を減少させることによって、振幅変調成分がシステムに与える悪影響を除去できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の光増幅伝送システムを示すシステム図である。

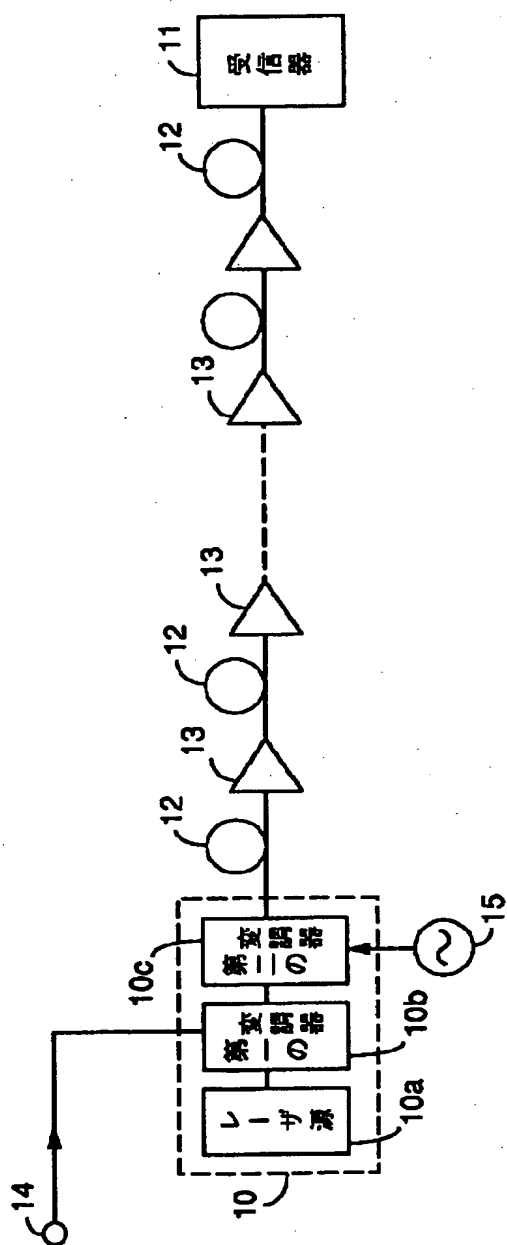
【図2】本発明の他の実施例の光増幅伝送システムを示すシステム図である。

【図3】従来の光増幅伝送システムの一例を示すシステム図である。

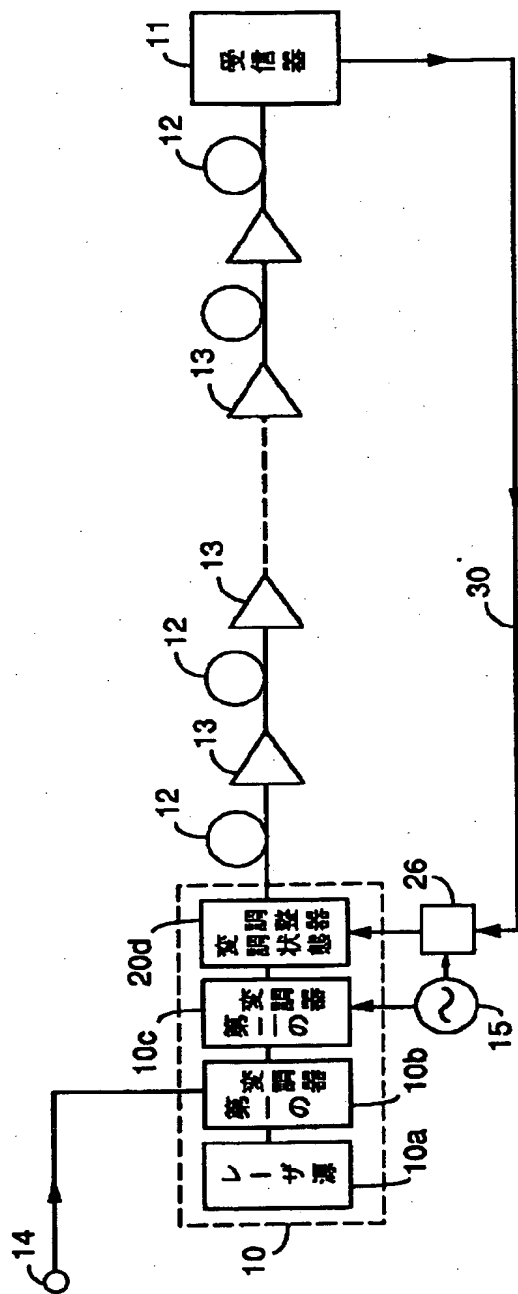
#### 【符号の説明】

- 10 送信器
- 10a 注入レーザ源
- 10b 第1の変調器
- 10c 第2の変調器 (偏光変調器)
- 11 非干渉受信器
- 12 光ファイバ伝送パス
- 13 光増幅器
- 14 データ入力
- 15 発振器
- 20d 偏光状態調整器
- 26 ドライバ
- 30 フィードバックループ

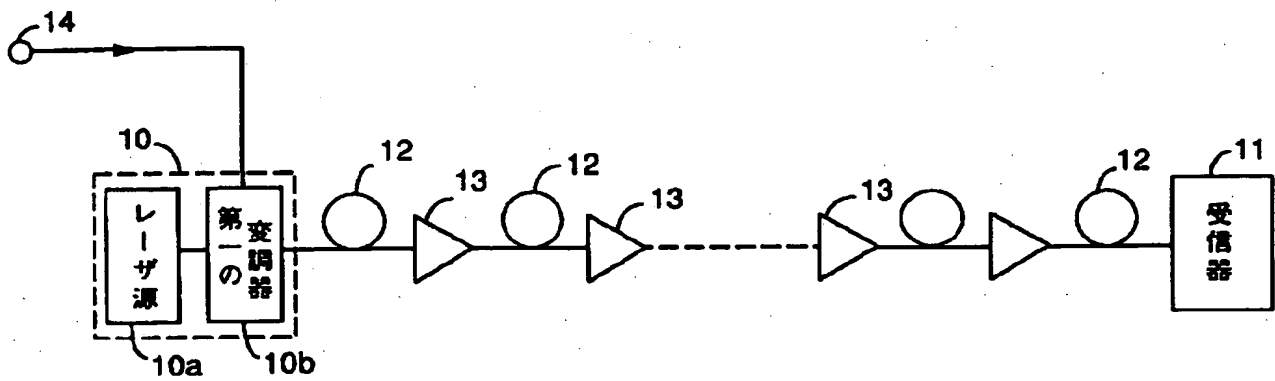
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 B 10/142

10/04

10/06

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**